

通信管路設備の実被害分析によるライニング補強管路の耐震性に関する考察

NTTアクセスサービスシステム研究所 正会員 ○田中 宏司, 正会員 山崎 泰司
 摂南大学 工学部 正会員 片桐 信
 東洋大学 理工学部 正会員 鈴木 崇伸

1. はじめに

2007年に発生した新潟県中越沖地震や能登半島地震では、老朽化したネジ継手鋼管（以下 SA 管）の継手部の損傷により SA 管に収容されたケーブルの障害が発生した。そこで本研究では、現場調査および地震時応答解析を行い被害状況の分析を行った。

まず、これまでライニング補強を施した管路の被災例がないことから、SA 管の地震時応答を把握した後に、外管（SA 管）と内管（PVC タイプのライニング管）との摩擦抵抗特性を考慮して、外管の挙動を外力として内管の応答を解析により求め、地盤ひずみと内管のひずみの関係について考察を行った。さらに、実際の被害ではネジ部の破損箇所にケーブルが食い込むことで損傷を受けるケースがあることから、ネジ部の破壊を実験的に再現することも行い、ライニング補強を施した SA 管のネジ継手が破壊した場合のケーブル保護効果について確認を行った。表-1 に SA 管とライニング管の仕様を示す。

2. 被害箇所の状況と被災分析

新潟県中越沖地震で被害のあった柏崎市長崎の国道 8 号線上の管路被害を例に検討を行った。図-1 に被害箇所の概要を示す。被災 1 は砂丘と軟弱層の境界付近で、浅層埋設区間対策のための防護コンクリート（以下防コン）区間でのネジ継手部圧縮破壊現場である（写真-2）。被災 2 は路肩の崩壊により屈曲を伴いながらネジ継手が圧縮破壊した現場である（写真 3）。

被災分析は、弾性床土上の梁理論に基づく地中管路の地震応答解析法（プログラム：ERAUL）を用いて行った。解析モデルを図-2 に示す。SA 管が地震波動により破壊した被災 1 と路肩崩壊により折損した被災 2 について個々に挙動を解析した。図-3 に被災 1 の入力地震波を示す。又木らの研究¹⁾により提案された通信用中口径管路の挙動解析の地震波動外力モデルを使用し、被災箇所に引張りひずみを与える疎密波とし、波長 104.5m, 最大振幅 166mm（管軸方向地盤ひずみ 1.0%）で設定した。被災 2 は実測値より最大 1.2m の側方変位を入力した（図-4）。

図-5 に解析による防コン付近の SA 管継手の伸縮量の分布を示す。防コン端部で 50mm 程度の継手離脱が生じる結果となった。また、図-6 に被災 SA 管にライニング補強

表-1 SA 管とライニング管の仕様

管種	外径(mm)	厚さ(mm)	材質
SA管	89.1	4.2	配管用炭素鋼鋼管(JIS3452相当)
ライニング管	80.7	3.0	PVC, FRP(自立断面強度を有する)



図-1 被災箇所の概要



写真-1 被災 1 の状況



写真-2 被災 2 の状況

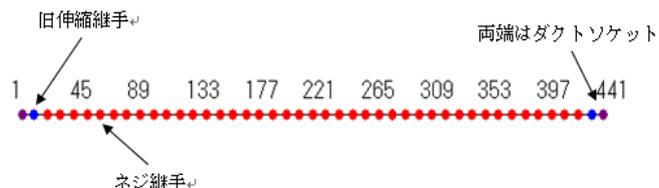


図-2 解析管路モデル図

キーワード 通信地下管路 ライニング補強 地震被害 地震応答解析

連絡先 〒305-0805 茨城県つくば市花畑 1-7-1 NTTアクセスサービスシステム研究所 田中宏司 029-868-6220

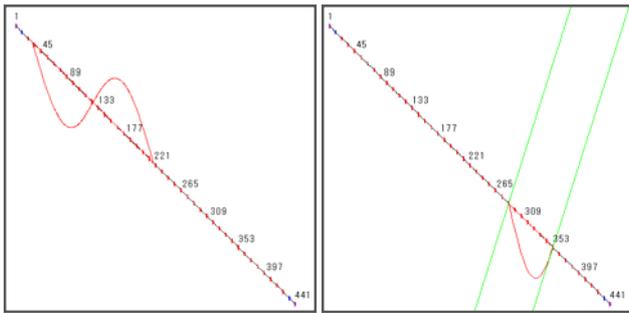


図-3 被災1入力地震波

図-4 被災2側方変位

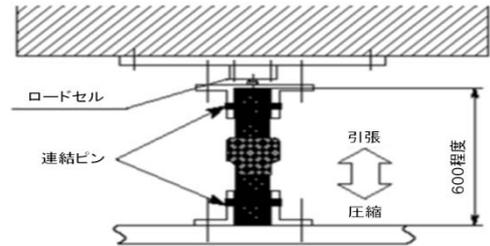


図-9 被災再現実験概要

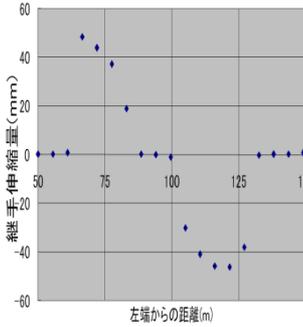


図-5 被災1SA管継手伸縮量

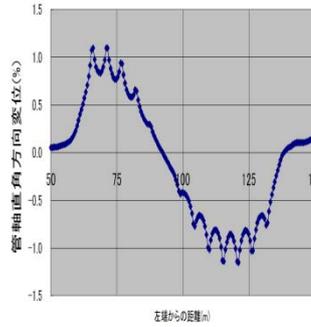


図-6 被災1ライニングひずみ



写真-3 被災1 SA管



写真-4 被災1 ライニング

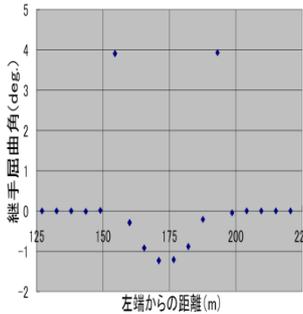


図-7 被災2SA管屈曲角

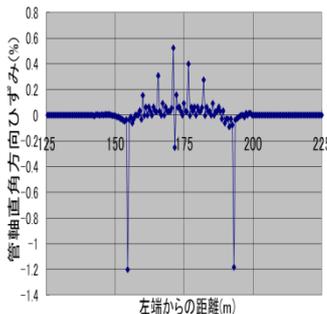


図-8 被災2ライニングひずみ



写真-5 被災2 SA管



写真-6 被災2 ライニング

した場合のライニング材のひずみ分布を示す、継手離脱位置でひずみが局部的に高くなるが、PVC タイプの降伏ひずみである 1.5%までは達していない。

図-7 に被災 2 の側方移動による SA 管の屈曲角の分布を示す、路肩崩壊箇所の両端部で最大 4° の屈曲を伴い継手が折損する結果となった。図-8 にライニング材のひずみ分布を示す、継手離脱位置でひずみが局部的に高くなるが、降伏ひずみである 1.5%までは達しない結果となった。

3. 被害再現実験によるライニングのケーブル保護効果

ネジ部の破壊再現実験では、図-9 に示すように 250kN 万能試験機を用いて、管軸方向の振動試験を実施した。地震波の振幅は過去の被災の調査結果や解析結果から継手が 50mm 押し込まれる位置までの圧縮と引張を再現した。押し込み、引抜きのサイクル試験を 3 サイクル、試験速度は試験機の最大速度 500mm/min とし、管内部に光ケーブル (SM1000) を挿入し損傷状況を確認した。管軸方向の振動 (被災 1) と 4° の屈曲を伴う振動 (被災 2) の 2 ケースを行った。

被災 1 の SA 管はネジ部が管内面にめくれるような被害の再現を行うことが可能であった。写真-3 に示すように収容された光ケーブルの外被が損傷した。ケーブル多条布設形態の場合やケーブルの摩擦張力を負荷した場合は更に損傷度が高くなることが想定される。PVC タイプライニングの結果を写真 4 に示す。SA 管の継手は写真-3 と同様に破壊するが、内管は材料の柔軟性から損傷や切れることなくケーブルを保護することが確認できた。被災 2 の SA 管は写真-5 に示すようにネジ部が管端部に食い込み、収容された光ケーブルの外被にネジが食い込み心線まで断線している。PVC タイプライニングの場合、内管がガイドとなり SA 管の継手の損傷が内管が無い場合と比較して著しく軽減される結果となった (写真-6)。試験後も内管は損傷や切れることなくケーブルを保護することが確認できた。

今後は、ライニングの耐震性評価解析方法を活用できるよう、更に被災事例の調査検討を続けていきたい。

参考文献

- 1) 又木慎治,出口大志,中野雅弘,鈴木崇伸,友永則雄: 通信用中口径管路設備の耐震設計の検討,構造工学論文集Vol.42A,1996.3
- 2) 田中宏司,上原秀幹:安全・安心なネットワークに寄与する防災・セキュリティ技術,NTT技術ジャーナル, No.3,2006